

**PRARANCANGAN  
PABRIK SIKLOHEKSANA DENGAN PROSES  
HIDROGENASI BENZENA  
KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik

Oleh:

**ANTON PRIAMBODO**

**D 500 120 021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

### **PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANA DENGAN PROSES HIDROGENASI BENZENA KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN**

#### **PUBLIKASI ILMIAH**

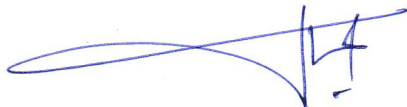
Oleh:

**ANTON PRIAMBODO**

**D 500 120 021**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing 1

A blue ink signature, appearing to be 'Tri Widayatno', written in a stylized, cursive script.

**Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D**

**NIK. 960**

Dosen Pembimbing 2

A blue ink signature, appearing to be 'Eni Budiyati', written in a stylized, cursive script.

**Eni Budiyati, S.T., M.Eng**

**NIK. 991**

## HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN**  
**PABRIK SIKLOHEKSANA DENGAN PROSES HIDROGENASI**  
**BENZENA KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN**

Oleh:

**ANTON PRIAMBODO**

**D 500 120 021**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Sabtu, 23 September 2017  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D. (.....)  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Emi Erawati, S.T., M.Eng. (.....)  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D. (.....)  
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D** ✓

**NIK. 682**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 23 September 2017

Penulis



**ANTON PRIAMBODO**

**D 500 120 021**

## PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANA DENGAN PROSES HIDROGENASI BENZENA KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN

### Abstrak

Sikloheksana merupakan produk setengah jadi yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam adipat dan kaprolaktam yang nantinya diproses menjadi nilon 6,6 dan nilon 6. Pabrik sikloheksana ini rencananya nanti didirikan di Kawasan Industri Krakatau Steel Cilegon Banten dengan kapasitas perancangan sebesar 30.000 ton/tahun. Proses pembuatan sikloheksana ini menggunakan proses hidrogenasi. Reaksi berlangsung di dalam reaktor *fixed bed multitube* pada fase gas-cair dengan bantuan katalis nikel. Kondisi operasi reaktor dirancang pada tekanan 20 atm dan suhu 150°C. Kebutuhan benzena sebanyak 7.489,2838 kg/jam, kebutuhan hidrogen sebanyak 1.352,6713 kg/jam, dan kebutuhan katalis sebanyak 5.792,6796 kg. Sumber air yang digunakan berasal dari Waduk Nadra Cilegon Banten. Kebutuhan air untuk pendingin sebanyak 101.818,8969 kg/jam, kebutuhan air untuk *steam* sebanyak 2.048,9580 kg/jam, dan kebutuhan air untuk domestik sebanyak 1.173,4598 kg/jam. Kebutuhan listrik untuk alat proses sebanyak 2.124,7044 kw, kebutuhan listrik untuk alat utilitas sebanyak 109,6179 kw, dan kebutuhan listrik umum sebanyak 195 kw. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* sebanyak 155,3 liter/jam dan kebutuhan bahan bakar untuk generator listrik selama 7 hari sebanyak 58.536,5911 liter. Kebutuhan udara tekan sebanyak 44,0384 m<sup>3</sup>/jam. Bentuk badan usaha dalam prarancangan pabrik sikloheksana ini adalah perseroan terbatas. Pabrik sikloheksana ini beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan jumlah karyawan 133 orang. Pabrik sikloheksana ini membutuhkan modal tetap sebanyak Rp 343.094.440.016,21 dan modal kerja sebanyak Rp 548.342.887.684,46. Dari analisis ekonomi pabrik dihasilkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 139.916.212.692,37 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 104.937.159.519,27 per tahun dengan potongan pajak sebesar 25%. *Percent return on investment* sebelum pajak 40,78% dan setelah pajak 30,59%. *Pay out time* sebelum pajak 1,97 tahun dan setelah pajak 2,46 tahun. *Break even point* sebesar 40,15%, *Shut down point* sebesar 25,47%, dan *Discounted cash flow* sebesar 13,81%.

**Kata Kunci:** hidrogenasi, kebutuhan bahan baku, kebutuhan utilitas, jumlah karyawan, analisis ekonomi.

### Abstract

*Cyclohexane is a intermediate product which is used as raw material of adipic acid and caprolactam which will be processed into nylon 6,6 and nylon 6. This cyclohexane plant is planned to be established in Krakatau Steel Cilegon Banten Industrial Estate with a design capacity of 30,000 tons / year. The process of making this cyclohexane using hydrogenation process. The reaction takes place inside the multitube fixed bed reactor in the gas-liquid phase with the help of a nickel catalyst.*



*The operating conditions of the reactor are designed at a pressure of 20 atm and a temperature of 150°C. Needs of benzene as much as 7,489,2838 kg / hour, hydrogen needs as much as 1,352,6713 kg / hour, and catalyst needs as much as 5,792.6796 kg. The source of water used is from Nadra Cilegon Reservoir in Banten. The cooling water requirement is 101,818,8969 kg / hour, the water requirement for steam is 2,048,9580 kg / hour, and the domestic water needs is 1,173,4598 kg / hour. Electricity requirement for process equipment is 2,124,7044 kw, electricity need for utility appliance as much as 109,6179 kw, and general electricity requirement as much as 195 kw. Fuel requirement for boiler is 155,3 liter / hour and fuel requirement for electricity generator for 7 days is 58,536,5911 liter. Needs compressed air as much as 44,0384 m<sup>3</sup> / hour. The form of business entity in the cyclohexane plant preparation is a limited liability company. The cyclohexane plant operates for 330 days a year with 133 employees. This cyclohexane plant requires a fixed capital of Rp 343,094,440,016.21 and working capital of Rp 548,342,887,684,46. From the factory economic analysis, the profit before tax is Rp 139,916,212,692,37 per year and profit after tax of Rp 104,937,159,519,27 per year with tax deduction of 25%. Percent return on investment before tax 40,78% and after tax 30,59%. Pay out time before tax of 1.97 years and after tax of 2.46 years. Break even point of 40.15%, Shut down point of 25.47%, and Discounted cash flow of 13.81%.*

**Keywords:** *hydrogenation, raw material requirements, utility requirements, number of employees, economic analysis.*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

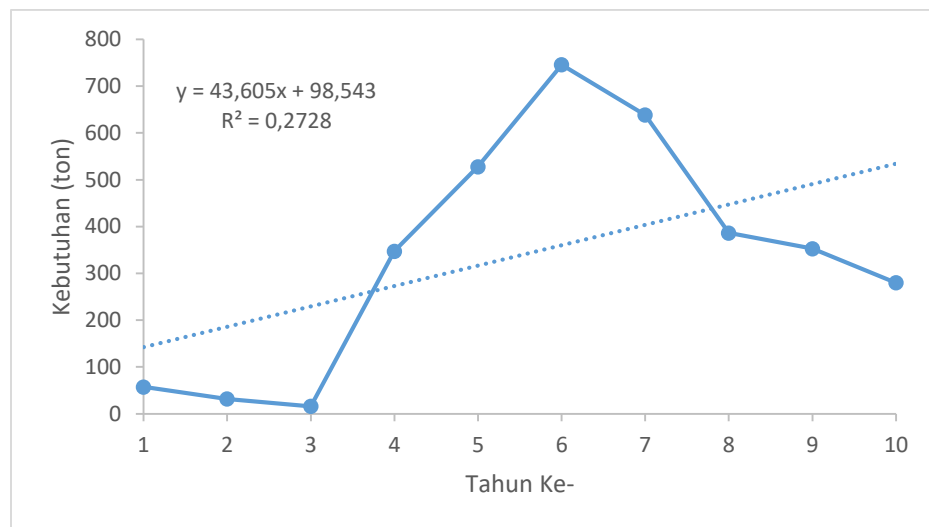
Dengan perkembangan teknologi yang semakin modern maka di dunia industri tidak luput akan bahan-bahan kimia, baik digunakan untuk bahan baku, bahan penunjang, ataupun sebagai bahan pelarut. Ditambah lagi permintaan akan bahan-bahan kimia semakin lama semakin meningkat. Dalam prarancangan pabrik kimia kali ini bahwa kebutuhan dari sikloheksana di dunia industri digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam adipat dan kaprolaktam yang nantinya diproses menjadi nilon 6,6 dan nilon 6. Asam adipat menyumbang 60% untuk pembuatan nilon 6,6 dan kaprolaktam menyumbang 75% untuk pembuatan nilon 6 (Icis, 2007).

## 1.2 Kapasitas Pabrik

Untuk penentuan kapasitas pabrik dipengaruhi beberapa faktor pertimbangan yaitu:

### 1.2.1 Jumlah impor produk

Berdasarkan data impor yang diambil dari BPS dalam 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2005 sampai 2014 dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut:

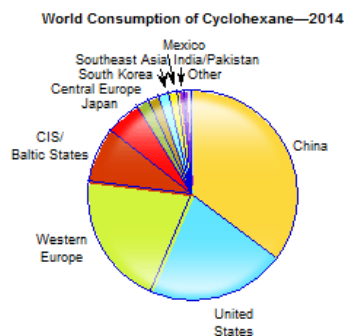


**Gambar 1. Grafik data impor di Indonesia tahun 2005 sampai 2014**

Dari gambar 1 didapatkan persamaan garis linier  $y = 43,605x + 98,543$ . Hasil dari persamaan garis linier yang diperoleh dapat diproyeksikan pada tahun 2020 kebutuhan impor Indonesia sebanyak 796,223 ton.

### 1.2.2 Jumlah kebutuhan produk

Berikut adalah konsumsi sikloheksana di dunia (Ihs, 2015):



**Gambar 2. Grafik konsumsi sikloheksana di dunia**

Dari gambar 2 didapatkan bahwa di negara Amerika Serikat, Eropa Barat, dan Cina menjadi pusat kapasitas utama untuk sikloheksana dan banyak permintaan global didorong oleh Cina. Kebanyakan daerah mengalami *flat* atau penurunan permintaan untuk sikloheksana, sementara Cina terus maju dengan perkiraan tingkat kuat untuk tahun 2014 sampai 2019. Dalam lima tahun ke depan, kapasitas sikloheksana global diperkirakan akan meningkat sekitar 12%, didorong oleh lonjakan kapasitas di Cina.

### 1.2.3 Kapasitas pabrik yang telah ada

Industri yang memproduksi sikloheksana di dunia terdapat diberbagai wilayah. Untuk wilayah Eropa ada 20 industri yang dapat dilihat pada tabel berikut (Icis, 2009):

**Tabel 1. Data perusahaan wilayah Eropa**

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Azot Cherkassy	Cherkassy, Ukraina	60.000
BASF	Ludwigshafen, Jerman	130.000
BP Refining & Petrochemicals	Gelsenkirchen, Jerman	140.000
Cenon	Strazske, Slovakia	90.000
CEPSA	Huelva, Spanyol	180.000
Erdol-Raffinerie-Emsland	Lingen, Jerman	260.000
ExxonMobil	Botlek, Belanda	270.000
Fina Antwerp Olefins	Antwerp, Belgium	110.000
Grodno Azot	Grodno, Belarusia	80.000
Holborn Europa Raffinerie	Hamburg, Jerman	65.000
Kemerovo Azot	Kemerovo, Rusia	155.000
Kuibyshevazot	Togliatti, Rusia	120.000
Lukoil Neftochim Burgas	Burgas, Bulgaria	50.000
PKN Orlen	Plock, Polandia	120.000
Rivneazot	Rivne, Ukraina	30.000
SABIC UK Petrochemicals	Wilton, UK	330.000
Schekinoazot	Shchekino, Rusia	65.000
SSME Azot	Severodonetsk, Ukraina	50.000
ZA Pulawy	Pulawy, Polandia	60.000
ZA Tarnowie-Moscicach	Tarnow, Polandia	35.000



Dari kapasitas pabrik global yang ada yaitu berkisar antara 30.000 sampai 330.000 ton/tahun, maka pabrik yang akan didirikan nanti berkapasitas 30.000 ton/tahun.

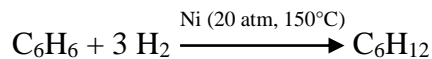
### 1.3 Lokasi

Penentuan lokasi menjadi salah satu hal yang sangat penting dalam pendirian pabrik yang nantinya diharapkan lokasi yang dipilih dapat menjadikan pabrik lebih ekonomis, maka untuk lokasi pabrik yang dipilih pendiriannya yaitu di Kawasan Industri Krakatau Steel, Cilegon Banten. Adapun faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi yaitu sumber bahan baku, pemasaran, utilitas, transportasi, dan tenaga kerja.

## 2. METODE

### 2.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan sikloheksana menggunakan proses hidrogenasi benzena yaitu mereaksikan benzena dengan hidrogen. Untuk perbandingan rasio mol benzena dengan hidrogen yaitu 1:7. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



### 2.2 Kondisi Operasi

Proses pembuatan sikloheksana dengan hidrogenasi benzena berlangsung pada tekanan 20 atm dan suhu 150°C. Pada kondisi operasi tersebut reaksi berlangsung dalam fase cair gas. Katalis yang digunakan nikel yang mempunyai komposisi Al 50% dan Ni 50% berat dan konversi terhadap benzena 99,8%.

### 2.3 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika digunakan untuk mengetahui apakah reaksi tersebut melepaskan panas (eksotermis) atau memerlukan panas (endotermis).

Pada suhu kamar (298 K) diperoleh data *enthalpy* reaksi sebagai berikut:

$$\Delta H_f \text{C}_6\text{H}_6 = 82,93 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f \text{H}_2 = -$$

$$\Delta H_f \text{C}_6\text{H}_{12} = -123,14 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned}
\Delta H_r &= \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan} \\
&= -123,14 \text{ kJ/mol} - (82,93 + 0) \text{ kJ/mol} \\
&= -206,07 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

Berdasarkan harga  $\Delta H_r$  yang negatif maka dapat diketahui bahwa reaksi tersebut bersifat mengeluarkan panas (eksotermis).

(Smith, 1981)

## 2.4 Tinjauan Kinetika

Pada reaksi pembentukan sikloheksana dengan proses hidrogenasi benzena, tinjauan kinetika menggunakan metode *Langmuir-Hishelwood* dimana reaksi yang mengontrol pada reaksi pembentukan sikloheksana adalah reaksi adsorpsi. Persamaan kinetiknya sebagai berikut:

$$r_m = \frac{K_m \cdot K_a \cdot C_B \cdot P_{H_2}^{1,25}}{1 + K_a \cdot C_B}$$

Keterangan:

$$K_a = 90,4 e^{(7,6/RT)} \text{ (cm}^3\text{/gmol)}$$

$$K_m = 0,397 e^{(-12,5/RT)} \text{ (gmol/min.gcat.Torr)}$$

$$C_B = \text{Konsentrasi benzena (gmol/min)}$$

$$P_{H_2} = \text{Tekanan uap murni hidrogen (Torr)}$$

(Sica,AM, 1978)

## 2.5 Langkah Proses

Proses pembuatan sikloheksana terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap penyiapan bahan baku, tahap reaksi pembentukan sikloheksana dan tahap pemurnian sikloheksana.

### 2.5.1 Tahap penyiapan bahan baku

#### 2.5.1.1. Benzena

Benzena disimpan dalam tangki penyimpanan (F-110) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dalam fase cair. Dari tangki penyimpanan (F-110) benzena dialirkan ke *Heat Exchanger* (E-113) dengan menggunakan Pompa (L-112). Di Pompa (L-112), benzena mengalami kenaikan tekanan dari 1 atm menjadi 20 atm dan di

*Heat Exchanger* (E-113) suhu benzena dinaikkan dari suhu 30°C menjadi 150°C. Kemudian diumpankan ke Reaktor (R-120).

#### **2.5.1.2. Hidrogen**

Gas hidrogen diperoleh dari PT. Air Liquide, Cilegon. Berupa gas dengan suhu 30°C dan tekanan 20 atm, yang dikirim dengan menggunakan pipa secara langsung dari PT. Air Liquide. Gas hidrogen dari PT. Air Liquide dialirkan ke *Heat Exchanger* (E-121) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 150°C. Kemudian diumpankan ke Reaktor (R-120).

#### **2.5.2 Tahap reaksi pembentukan sikloheksana**

Bahan baku yang telah selesai pada tahap penyiapan bahan baku selanjutnya diumpankan ke Reaktor (R-120). Pada tahap reaksi pembentukan sikloheksana menggunakan Reaktor *Fixed Bed Multitube* (R-120) yang di dalamnya berisi katalis nikel. Bahan baku masuk melalui bagian atas reaktor, selanjutnya melewati katalis. Di dalam katalis bahan baku mengalami reaksi sehingga membentuk produk sikloheksana dan juga mengalami reaksi eksotermis yang mengakibatkan suhu menjadi naik dari suhu 150°C menjadi 155,8727°C, sedangkan untuk tekanan mengalami penurunan yakni dari tekanan 20 atm menjadi 19,9988 atm. Untuk konversi yang dicapai dalam pembentukan seikloheksana dengan proses hidrogenasi benzena sebesar 99,8% terhadap benzena.

#### **2.5.3 Tahap pemurnian sikloheksana**

##### **2.5.3.1. Pemisahan gas**

Setelah keluar Reaktor (R-120), terbentuk produk sikloheksana, namun masih bercampur dengan bahan baku gas hidrogen yang berlebih. Sehingga perlu dipisahkan dengan menggunakan Separator (H-130), akan tetapi suhu dan tekanan dari keluaran Reaktor (R-120) masih cukup tinggi maka harus diturunkan dengan menggunakan *Cooler* (E-122) dan Ekspander (G-121), sehingga didapatkan suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya dilakukan

pemisahan di dalam Separator (H-130) antara gas hidrogen dengan produknya yaitu sikloheksana. Hasil atas Separator (H-130) yaitu hidrogen sebagian di *recycle* dan sebagian lagi di *purging*, sedangkan untuk hasil bawah yaitu sikloheksana akan ditingkatkan kemurniannya di Menara Distilasi (D-140).

#### 2.5.3.2. Pemurnian produk

Pada tahap pemurnian produk dilakukan dengan metode pemisahan di Menara Distilasi (D-140) yang berdasarkan pada titik didih masing-masing komponen. Sehingga didapatkan produk atas sikloheksana dengan kemurnian 99,7% dan produk bawah dengan kemurnian 99,9%.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Spesifikasi Alat

##### 3.1.1 Reaktor

Kode : R-120

Fungsi : Untuk mereaksikan benzena dengan hidrogen menjadi sikloheksana dengan katalis nikel

Jenis : *Fixed bed multitube*

Spesifikasi :

- Fase reaksi : Cair – Gas
- Katalis : Nikel
- Kondisi operasi :
  - Tekanan masuk : 20 atm
  - Tekanan keluar : 19,9988 atm
  - Suhu masuk : 150°C
  - Suhu keluar : 155,8727°C
  - Suhu pendingin masuk : 30°C
  - Suhu pendingin keluar : 40°C
- *Tube side* :
  - OD *tube* : 0,0381 m
  - ID *tube* : 0,0356 m

- Pitch* : 0,0476 m
- Jumlah *tube* : 1.150 m
- *Shell side* :
  - ID *shell* : 1,7717 m
  - OD *shell* : 1,8288 m
  - Tinggi *shell* : 4,8768 m
  - Tebal *shell* : 0,0286 m
- Tebal *head* : 0,0286 m
- Tinggi *head* : 0,4211 m
- *Volume* : 5,5699 m<sup>3</sup>
- Tinggi reaktor : 6,7189 m
- Berat katalis : 5.792,6796 kg
- Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
- Harga : \$ 25.431,95

### 3.1.2 Separator

- Kode : H-130
- Fungsi : Untuk memisahkan antara gas (hidrogen) dan cairan (sikloheksana)
- Jenis : Horizontal cair - gas
- Spesifikasi :
  - Tekanan : 1 atm
  - Suhu : 60°C
  - Kecepatan *volume* gas : 2,9148 m<sup>3</sup>/s
  - Kecepatan *volume* cairan : 0,0030 m<sup>3</sup>/s
  - Diameter : 1,3621 m
  - Panjang total : 4,2158 m
  - Tebal *shell* : 0,1875 in
  - Tebal *head* : 0,1875 in
  - Waktu tinggal : 11,7674 menit
  - Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

- Harga : \$ 16.954,64

### 3.1.3 Menara Distilasi

- Kode : D-140
- Fungsi : Untuk memurnikan sikloheksana menjadi 99,7% dan 99,9%
- Jenis : *Sieve tray column*
- Spesifikasi :
  - Tekanan : 1 atm
  - Suhu umpan : 80,9134°C
  - Suhu bagian atas : 80,9112°C
  - Suhu bagian bawah : 80,9159°C
  - Diameter :
    - Enriching* : 1,9426 m
    - Stripping* : 2,0617 m
  - Tinggi menara distilasi : 7,1169 m
  - Tebal *shell* : 0,25 in
  - Tebal *head* : 0,1875 in
  - Jumlah plat : 15 plat
  - Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
  - Harga : \$ 14.288,24

## 3.2 Unit Pendukung Proses (Utilitas) dan Laboratorium

Unit pendukung proses dan laboratorium merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses meliputi beberapa sub unit yaitu:

### 3.2.1 Unit pengadaan air

Sumber air baku yang digunakan berasal dari Waduk Nadra Cilegon yang mempunyai luas sekitar 112 ha dengan volume 5,4 juta m<sup>3</sup>. Air yang diperlukan di lingkungan pabrik adalah untuk air pendingin sebanyak 101.818,8969 kg/jam, air *steam* sebanyak 2.048,9580 kg/jam, dan air domestik sebanyak 1.173,4598 kg/jam.



### **3.2.2 Unit pembangkit listrik**

Kebutuhan listrik utama di seluruh area pabrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan adalah generator listrik guna untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Kebutuhan listrik untuk alat proses sebanyak 2.124,7044 kw, kebutuhan listrik untuk alat utilitas sebanyak 109,6179 kw, dan kebutuhan listrik umum sebanyak 195 kw.

### **3.2.3 Unit penyediaan bahan bakar**

Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* sebanyak 155,3 liter/jam dan kebutuhan bahan bakar untuk generator listrik selama 7 hari sebanyak 58.536,5911 liter.

### **3.2.4 Unit pengadaan udara tekan**

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat instrumentasi atau alat-alat kontrol yang bekerja secara pneumatik. Kebutuhan udara tekan sebanyak 44,0384 m<sup>3</sup>/jam.

## **3.3 Manajemen Perusahaan**

Dalam prarancangan pabrik sikloheksana ini bentuk badan usahanya adalah Perseroan Terbatas (PT), yang rencana nanti akan didirikan di Kawasan Industri Krakatau Steel Cilegon Banten. Jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 133 orang dibagi menjadi 4 regu 3 *shift*.

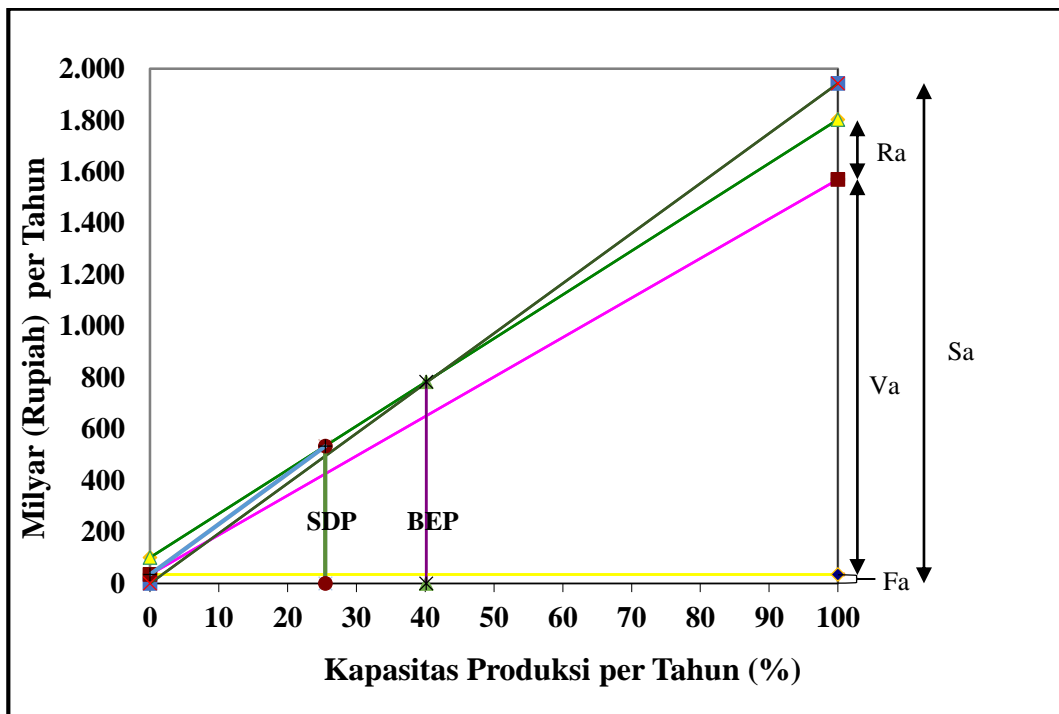
## **3.4 Analisis Ekonomi**

Analisis ekonomi merupakan salah satu analisis yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan apakah pabrik layak didirikan atau tidak. Suatu pabrik dapat dikatakan layak ketika perhitungan analisis ekonominya memberikan keuntungan bagi perusahaan. Adapun hasil perhitungan yang dilakukan untuk menganalisis ekonomi perusahaan didapatkan modal tetap sebanyak Rp 343.094.440.016,21 dan modal kerja sebanyak Rp 548.342.887.684,46.

Serta diperoleh analisis kelayakan ekonomi yaitu keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 139.916.212.692,37 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 104.937.159.519,27 per tahun dengan potongan pajak sebesar

25%. *Percent return on investment* sebelum pajak 40,78% dan setelah pajak 30,59%. *Pay out time* sebelum pajak 1,97 tahun dan setelah pajak 2,46 tahun. *Break even point* sebesar 40,15%, *Shut down point* sebesar 25,47%, dan *Discounted cash flow* sebesar 13,81%.

Dari perhitungan analisis kelayakan ekonomi maka dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



**Gambar 3. Grafik analisis ekonomi**

Keterangan:

Fa : *Fixed manufacturing cost*

Va : *Variable cost*

Ra : *Regulated cost*

Sa : *Sales*

SDP : *Shut Down Point*

BEP : *Break even point*

#### 4. PENUTUP

Dari beberapa hasil yang didapatkan bahwa prarancangan pabrik sikloheksana ini telah memenuhi standar analisis dan layak untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2017). *Cost Estimate*. Diambil kembali dari Matches: <http://www.matche.com>
- Anonim. (2017). *Cost Estimate*. Diambil kembali dari mhhe: <http://www.mhhe.com>
- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw-Hill.
- BPS. (2015). *Ekspor dan Impor*. Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik: <https://www.bps.go.id>
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Choudhary, V. R., & Sane, M. G. (1998). Effect of preparation conditions of Raney Nickel on its catalytic properties for slurry phase hydrogenation of o-nitrophenol to o-aminophenol. *Indian Journal of Chemical Technology*, 199-208.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (2005). *Chemical Engineering Design* (4th ed., Vol. 6). Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Cravalho, E. G., & Smith, J. L. (1981). *Engineering Thermodynamics*. Pitman Publishing Company.
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Icis. (2007). *Cyclohexane (CX) Uses and Market Data*. Diambil kembali dari ICIS: <https://www.icis.com>
- Icis. (2009). *Chemical profile: cyclohexane*. Diambil kembali dari ICIS: <https://www.icis.com>
- Ihs. (2015). *Cyclohexane*. Diambil kembali dari IHS: <https://www.ihs.com>
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. Singapore: McGraw-Hill.
- Kiec. (2017). *Industrial Area*. Diambil kembali dari Kawasan Industri Krakatau Steel: <http://kiec.co.id>
- Kusmiyati. (2014). *Kinetika Reaksi Kimia dan Reaktor*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ludwig, E. E. (1984). *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant*. Texas: Gulf Publish Company Houston.
- Mujiburohman, M. (2014). *Diktat Kuliah Perancangan Alat Proses*. Surakarta: Jurusan Teknik Kimia Falkutas Teknik UMS.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (4th ed.). Singapore: McGraw-Hill.
- Severns, W. H., & Degler, H. E. (1954). *Steam, Air, and Gas Power* (5th ed.). John Wiley and Sons, Inc.
- Sica, A. M., Valley, E. M., & Gigola, C. E. (1978). Kinetic Data from a Pulse Microcatalytic Reactor-Hydrogenation of Benzene on a Nickel Catalyst. *Journal of Catalysis*, 155-125.
- Winkle, M. V. (1967). *Distillation*. New York: McGraw-Hill.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.